

Басс К.М., к.т.н., зав.каф. ААХ, доцент, Плахотник В.В. к.т.н., доцент, Кривда В.В., ассистент каф. ААХ
(Государственное ВУЗ «Национальный горный университет», г. Днепрпетровск, Украина)

ВЛИЯНИЕ ИЗНОСА ШИН НА УСТОЙЧИВОСТЬ ДВИЖЕНИЕ АВТОМОБИЛЯ

Определяющими факторами, влияющими на движение машины, являются механические характеристики шин, которые изменяются в процессе эксплуатации. Учесть влияние износа шин на устойчивость движения машины можно через коэффициент бокового увода колеса, значения которого устанавливаются по результатам экспериментальных исследований. Для автомобилей, работающих в сложных горнодобывающих условиях, коэффициент бокового увода колеса k_y может быть определен по эмпирической зависимости, предложенной в работе Смирнова В.Г.

$$k_y = 1000 \cdot \frac{N_{ст}}{N_{ст} + 10} \cdot D_k \cdot B_{ш} \sqrt{\frac{B_{ш}}{D_k}} + \frac{6,2 \cdot D_k \cdot H_{ш} \cdot B_{ш}}{d_{ш}^3 \cdot (N_{ст} + 8) \cdot (D_k - d_{ш}^2) \cdot d_{ш}} \quad (1)$$

где D_k и $d_{ш}$ -соответственно наружный и посадочный диаметр шины; $B_{ш}$ -ширина профиля шины; $N_{ст}$ -число слоев корда в шине.

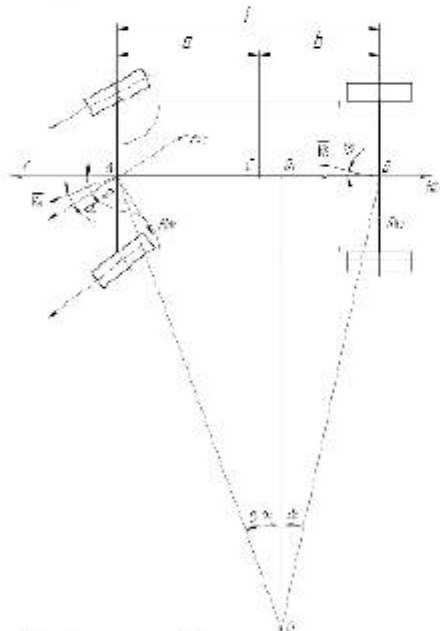


Рис.1- силы, действующие на автомобиль при повороте.

Считая, что коэффициенты бокового увода на ведущих и ведомых колесах одинаковы, составим расчетную схему (рис.1) для оценки устойчивости движения машины.

На рис.1 обозначена точка С- центр масс автомобиля; θ - угол поворота управляемых колес; R_{AX}, R_{BX} - продольные а R_{AY}, R_{BY} - боковые реакции колес; V_A, V_B - скорости управляемых и ведомых колес при использовании велосипедной схемы расчета, δ_A, δ_B - углы увода колес.

Дифференциальные уравнения, описывающие движения машины по криволинейной траектории при малом угле θ поворота управляемых колес запишутся:

$$\begin{cases} m \cdot a_{CX} = -R_{AX} - R_{AY} \cdot \theta - R_{BX} \\ m \cdot a_{CY} = -R_{AX} \cdot \theta + R_{AY} + R_{BY} \\ I_Z \frac{d\omega}{dt} = -R_{AX} \cdot \theta \cdot a + R_{AY} \cdot a - R_{BY} \cdot b \end{cases} \quad (2)$$

где m - масса автомобиля; I - момент инерции автомобиля относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения;

ω - угловая скорость автомобиля;

a_{CX}, a_{CY} - составляющие ускорения центра масс автомобиля;

Выражаем боковые силы через коэффициент бокового увода:

$$R_{AY} = k_Y \cdot \delta_A ; \quad R_{BY} = k_Y \cdot \delta_B \quad (3)$$

и используем кинематические зависимости для определения углов бокового увода и ускорения центра масс автомобиля в боковом направлении:

$$\delta_A = \Theta - \frac{a\omega + V_{CY}}{V_M}; \quad \delta_B = \frac{b\omega - V_{CY}}{V_M}; \quad a_{CY} = V_M \cdot \omega + \frac{dV_{CY}}{dt}; \quad (4)$$

где V_{CY} - скорость центра масс машины в боковом направлении, V_M - скорость машины. Подставляя выражения (3) и (4) в систему (2), получим уравнение возмущения:

$$\begin{cases} \frac{dV_{CY}}{dt} + \frac{2 \cdot k_y}{m \cdot V_M} \cdot V_{CY} + \left(V_M - \frac{k_y \cdot (b-a)}{m \cdot V_M} \right) \cdot \omega = 0 \\ \frac{d\omega}{dt} + \frac{k_y \cdot (b-a)}{I \cdot V_M} \cdot V_{CY} + \frac{k_y \cdot (b^2 + a^2)}{I \cdot V_M} \cdot \omega = 0 \end{cases} \quad (5)$$

Оценка корней характеристического уравнения, соответствующего системе (5), позволило получить зависимость для критической скорости автомобиля V_k , при которой происходит потеря устойчивости движения:

$$V_k = \sqrt{\frac{k_y \cdot [(b-a)^2 + 2 \cdot (a^2 + b^2)]}{m \cdot (b-a)}} \quad (6)$$